

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

03.09.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年 8月26日

出願番号  
Application Number: 特願2003-301982

[ST. 10/C]: [JP2003-301982]

出願人  
Applicant(s): 株式会社日立国際電気

BEST AVAILABLE COPY

BEST AVAILABLE COPY

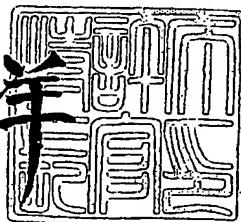
REC'D 29 OCT 2004	
WIPO	PCT

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年10月14日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小川洋



【書類名】 特許願  
【整理番号】 20310275  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01L 21/31  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都中野区東中野三丁目14番20号 株式会社日立国際電気  
内  
【氏名】 尾崎 貴志  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都中野区東中野三丁目14番20号 株式会社日立国際電気  
内  
【氏名】 湯浅 和宏  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都中野区東中野三丁目14番20号 株式会社日立国際電気  
内  
【氏名】 前田 喜世彦  
【特許出願人】  
【識別番号】 000001122  
【氏名又は名称】 株式会社日立国際電気  
【代表者】 遠藤 誠  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 060864  
【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

複数枚の基板を処理室内に搬入する工程と、  
前記処理室内に搬入された前記複数枚の基板の上流側から酸素含有ガスを供給する工程と  
、  
前記処理室内に搬入された前記複数枚の基板の上流側および前記複数枚の基板が存在する  
領域に対応する途中箇所から水素含有ガスを供給する工程と、  
前記処理室内で前記酸素含有ガスと前記水素含有ガスとを反応させて前記複数枚の基板を  
酸化する工程と、  
処理後の基板を処理室より搬出する工程とを有し、  
前記水素含有ガスを供給する工程では、それぞれの供給箇所から供給する水素含有ガスの  
流量をそれぞれ異ならせることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 2】

前記基板を酸化する工程は、前記処理室内の圧力を大気圧よりも低くした状態で行うこと  
を特徴とする請求項 1 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 3】

前記酸素含有ガスとは、酸素ガス、亜酸化窒素ガスよりもなる群から選択される少なくとも  
一つのガスであり、前記水素含有ガスとは、水素ガス、アンモニアガス、メタンガスより  
なる群から選択される少なくとも一つのガスであることを特徴とする請求項 1 記載の半導  
体装置の製造方法。

【請求項 4】

前記酸素含有ガスとは酸素ガスであり、前記水素含有ガスとは水素ガスであることを特徴  
とする請求項 1 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 5】

前記基板の表面は異なる結晶方位面を有するか、CVDによる多結晶シリコンであるか、  
またはシリコン窒化物であることを特徴とする請求項 1 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 6】

複数枚の基板を処理する処理室と、  
前記処理室内で前記複数枚の基板を保持する保持具と、  
前記複数枚の基板の上流側から基板に対して酸素含有ガスを供給する酸素含有ガス供給ラ  
インと、  
前記複数枚の基板の上流側および前記複数枚の基板が存在する領域に対応する途中箇所か  
ら基板に対して水素含有ガスを供給する水素含有ガス供給ラインと、  
前記処理室内を排気する排気ラインと、  
前記各水素含有ガス供給ラインから供給する水素含有ガスの流量をそれぞれのラインで異  
ならせよう制御する制御手段と、  
を有することを特徴とする基板処理装置。

【請求項 7】

更に、前記処理室内の圧力が大気圧以下の圧力となるよう制御する制御手段を有すること  
を特徴とする請求項 6 記載の基板処理装置。

【請求項 8】

前記水素含有ガス供給ラインは、前記複数枚の基板の上流側から水素含有ガスを供給する  
供給ラインと、前記複数枚の基板が存在する領域に対応する途中箇所から水素含有ガスを  
供給する供給ラインからなり、それぞれの供給ラインは独立して設けられ、前記制御手段  
は、前記各供給ラインから供給する水素含有ガスの流量をそれぞれのラインで異ならせる  
よう制御することを特徴とする請求項 6 記載の基板処理装置。

【請求項 9】

前記水素含有ガス供給ラインは、前記複数枚の基板の上流側から水素含有ガスを供給する  
供給ラインと、前記複数枚の基板が存在する領域に対応する途中の複数箇所から水素含有  
ガスを供給する複数の供給ラインからなり、それぞれの供給ラインは独立して設けられ、

前記制御手段は、前記各供給ラインから供給する水素含有ガスの流量をそれぞれのラインで異ならせるよう制御することを特徴とする請求項6記載の基板処理装置。

【請求項10】

前記各供給ラインにはそれぞれマスフローコントローラが設けられることを特徴とする請求項8記載の基板処理装置。

【請求項11】

前記各供給ラインにはそれぞれマスフローコントローラが設けられることを特徴とする請求項9記載の基板処理装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】半導体装置の製造方法及び基板処理装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体ウェハ等の基板の表面を酸化処理するための半導体装置（デバイス）の製造方法及び基板処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体プロセスの途中過程において形成される、異なるSi結晶面が露出したSi基板（ウェハ）上を直接酸化反応させる工程において、従来の酸化技術においては、結晶面に依存して酸化速度が異なる結果、基板上にて異なる膜厚の酸化膜が形成され、基板上の場所により特性がバラツク問題があった。

【0003】

異なるSi結晶面が基板上に露出する工程には、例えばShallow Trench Isolation（STI）として知られる素子間分離や、Si基板を掘り込んだ縦型のMOSトランジスタの形成工程があり、Si基板上にドライエッチングにより溝を形成することにより、溝の側面と底面にて異なる面方位が露出される。また、STI工程においては、酸化工程にて、 $Si_3N_4$ も基板表面に露出しており、 $Si_3N_4$ 上の酸化速度がSi基板上の酸化速度に近くなり、極力同じ酸化膜厚としたいプロセス要求がある。

【0004】

従来の酸化方法には、反応室の雰囲気を常圧、若しくは減圧として、酸素単独もしくは、 $N_2$ 、Ar等により酸素分圧が調節された雰囲気にて基板の酸化処理を行うドライ酸化と、酸素と水素を反応室の前段にて混合することにより形成される水分を利用して基板の酸化処理を行うウェット酸化がある。水素と酸素の混合により水分を形成する方法には、抵抗加熱、ランプ集光加熱等により水素、酸素の着火温度以上に昇温、燃焼させる方法と、着火温度以下で触媒作用により水素、酸素を反応させる方法が、広く利用されてきている（特許文献1参照）。

【特許文献1】特開平11-204511号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従来の酸化方法では、異なるSi基板の面方位間、例えば（100）面と（110）面では、Si基板表面のSi原子面密度に依存して、よりSi原子面密度の大きい（110）面の酸化速度が（100）面のそれより、薄膜酸化領域においておよそ2倍となる。また、 $Si_3N_4$ 上では通常、耐酸化性が高く、酸化に対するバリア層として使用されることもあり、ほとんど酸化が進行しない。

【0006】

これに対し、減圧雰囲気とした反応室に、それぞれ独立したガス供給系より酸素、水素を導入し、被処理物である基板近傍で直接反応させる方法では、水分を形成する前に基板との反応が進行するため、酸化初期の成長速度が速く、異なるSi基板の面方位間、 $Si_3N_4$ 上における成長速度差が小さくなる結果、膜厚差を著しく小さくすることができ、等方性酸化が可能である。

【0007】

しかしながら等方性酸化を、バッチ式の縦型装置にて実施する場合、従来の方法では、ガスの供給箇所が被処理物である基板の上流のみであることから、垂直方向に多段に配置された各基板配置場所により、反応室内にて水素濃度が異なる結果、形成される酸化膜厚が大きく変動してしまう問題があった。

【0008】

本発明の目的は、等方性酸化をバッチ式の縦型装置にて実施する場合に、基板配置場所により水素濃度が異なり酸化膜厚が大きく変動するのを抑制し、高品質な半導体装置（デ

バイス)を製造することができる半導体装置の製造方法及び基板処理装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の第1の特徴とすることは、複数枚の基板を処理室内に搬入する工程と、前記処理室内に搬入された前記複数枚の基板の上流側から酸素含有ガスを供給する工程と、前記処理室内に搬入された前記複数枚の基板の上流側および前記複数枚の基板が存在する領域に対応する途中箇所から水素含有ガスを供給する工程と、前記処理室内で前記酸素含有ガスと前記水素含有ガスとを反応させて前記複数枚の基板を酸化する工程と、処理後の基板を処理室より搬出する工程とを有し、前記水素含有ガスを供給する工程では、それぞれの供給箇所から供給する水素含有ガスの流量をそれぞれ異ならせることを特徴とする半導体装置の製造方法にある。

【0010】

本発明の第2の特徴とすることは、第1の特徴において、前記基板を酸化する工程は、前記処理室の圧力を大気圧よりも低くした状態で行うことを特徴とする半導体装置の製造方法にある。

【0011】

本発明の第3の特徴とすることは、第1の特徴において、前記酸素含有ガスとは、酸素ガス、亜酸化窒素ガスよりなる群から選択される少なくとも一つのガスであり、前記水素含有ガスとは、水素ガス、アンモニアガス、メタンガスよりなる群から選択される少なくとも一つのガスであることを特徴とする半導体装置の製造方法にある。

【0012】

本発明の第4の特徴とすることは、第1の特徴において、前記酸素含有ガスとは酸素ガスであり、前記水素含有ガスとは水素ガスであることを特徴とする半導体装置の製造方法にある。

【0013】

本発明の第5の特徴とすることは、第1の特徴において、前記基板の表面は異なる結晶方位面を有するか、CVDによる多結晶シリコンであるか、またはシリコン窒化物であることを特徴とする半導体装置の製造方法にある。

【0014】

本発明の第6の特徴とすることは、複数枚の基板を処理する処理室と、前記処理室内で前記複数枚の基板を保持する保持具と、前記複数枚の基板の上流側から基板に対して酸素含有ガスを供給する酸素含有ガス供給ラインと、前記複数枚の基板の上流側および前記複数枚の基板が存在する領域に対応する途中箇所から基板に対して水素含有ガスを供給する水素含有ガス供給ラインと、前記処理室内を排気する排気ラインと、前記各水素含有ガス供給ラインから供給する水素含有ガスの流量をそれぞれのラインで異ならせるよう制御する制御手段と、を有することを特徴とする基板処理装置にある。

【0015】

本発明の第7の特徴とすることは、第6の特徴において、更に、前記処理室の圧力が大気圧以下の圧力となるよう制御する制御手段を有することを特徴とする基板処理装置にある。

【0016】

本発明の第8の特徴とすることは、第6の特徴において、前記水素含有ガス供給ラインは、前記複数枚の基板の上流側から水素含有ガスを供給する供給ラインと、前記複数枚の基板が存在する領域に対応する途中箇所から水素含有ガスを供給する供給ラインからなり、それぞれの供給ラインは独立して設けられ、前記制御手段は、前記各供給ラインから供給する水素含有ガスの流量をそれぞれのラインで異ならせるよう制御することを特徴とする基板処理装置にある。

【0017】

本発明の第9の特徴とすることは、第6の特徴において、前記水素含有ガス供給ライ

ンは、前記複数枚の基板の上流側から水素含有ガスを供給する供給ラインと、前記複数枚の基板が存在する領域に対応する途中の複数箇所から水素含有ガスを供給する複数の供給ラインからなり、それぞれの供給ラインは独立して設けられ、前記制御手段は、前記各供給ラインから供給する水素含有ガスの流量をそれぞれのラインで異ならせるよう制御することを特徴とする基板処理装置にある。

#### 【0018】

本発明の第10の特徴とするとところは、第8の特徴において、前記各供給ラインにはそれぞれマスフローコントローラが設けられることを特徴とする基板処理装置にある。

#### 【0019】

本発明の第11の特徴とするとところは、第9の特徴において、前記各供給ラインにはそれぞれマスフローコントローラが設けられることを特徴とする基板処理装置にある。

#### 【発明の効果】

#### 【0020】

本発明によれば、様々な半導体ウェハのプロセス工程で形成されるシリコン基板上の異なる面方位のシリコン表面において、酸化膜の成長速度差を、従来の酸化方法に比較して著しく小さくすることができる。また、バッチ式の縦型装置にて複数枚の基板を処理する際に、各基板上における水素濃度のバラツキに伴う酸化膜厚のバラツキを抑制でき、高品質な半導体装置（デバイス）を製造することができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0021】

本発明者らは、等方性酸化が、酸素と水素が基板直近で加熱源により加熱された基板と直接反応し、且つその成膜速度が水素の供給律速反応であることを見出し、垂直方向多段に配置された各基板上の成膜速度を一定とするために、反応室への水素供給系路を2系統以上の複数本とすることを考案した。これにより、反応室の上流より供給された水素が、同じく反応室の上流より供給された酸素と基板直上にて反応消費されることによる、反応室内部のガス流れ下流方向における水素濃度の減衰を無くすことができ、バッチ式の縦型装置を用いて等方性酸化を行う場合において、複数枚の基板上における酸化膜厚の均一性を向上することに成功した。

#### 【0022】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

図1は、本発明の実施形態における基板処理装置としてのバッチ式縦型半導体製造装置（酸化装置）を説明するものである。この反応炉20は、反応管21を有し、この反応管21により形成される反応室（処理室）4内に基板保持具としてのポート2が挿入される。保持具2は、複数枚の基板としての半導体ウェハ（シリコンウェハ）1を略水平状態で隙間（基板ピッチ間隔）をもって複数段に保持するように構成されている。反応管21の下方は、保持具2を挿入するために開放され、この開放部分はシールキャップ22により密閉されるようにしてある。反応管21の周囲には加熱源としての抵抗加熱ヒータ5が配置されている。反応管21には、酸素含有ガスとしての酸素（O<sub>2</sub>）ガスを基板の上流側から基板に対して供給する酸素供給ライン7と、水素含有ガスとしての水素（H<sub>2</sub>）ガスを基板の上流側から基板に対して供給する第一の水素供給ライン8と、複数枚の基板が存在する領域に対応する途中箇所から基板に対して供給する第二の水素供給ライン9が接続されている。第二の水素供給ライン9は、複数設けられることが好ましい。各供給ライン7、8、9にはガスの供給および供給停止を行うための電磁バルブ6が設けられている。また、反応管21には処理ガスを排気する排気ライン23が接続されており、この排気ライン23には真空排気ポンプ3が接続されている。基板処理中、反応管21内は真空ポンプ3により大気圧よりも低い所定の圧力（減圧）とされるが、この圧力制御は制御手段24により行う。

#### 【0023】

次に、上述の酸化装置を使用して、半導体装置（デバイス）の製造工程の一工程として、基板に酸化処理を施す方法について説明する。

## 【0024】

1バッチ分のウェハ1を保持具2に移載すると、加熱源5により加熱状態を維持された反応炉20の処理室4内に複数枚のウェハ1を装填した保持具2を装入(ロード)し、シールキャップ22により反応管21内を密閉する。次に、真空ポンプ3により反応管21内を真空引きし、制御手段24により炉内圧力が大気圧よりも低い所定の処理圧力となるよう制御する。また、炉内温度を昇温させ、制御手段24により炉内温度が所定の処理温度となるよう制御する。その後、酸素供給ライン7より処理室4内に酸素を供給すると共に、第一の水素供給ライン8、第二の水素供給ライン9より処理室4内に水素ガスを供給する。これにより、酸素ガスと水素ガスとが加熱源5により加熱された基板近傍で直接反応し、ウェハ1に酸化処理が施される。この酸化処理はラジカル酸化処理とか、減圧酸化処理等と称される。処理温度としては、500～1000℃、処理圧力としては1～133Paが例示される。

## 【0025】

ウェハ1の酸化処理が終了すると、真空引き、不活性ガスによるバージ等により炉内の残留ガスを除去し、炉内温度を所定の温度まで降温した後、保持具2を反応炉20からアンロードし、保持具2に支持された全てのウェハ1が冷えるまで、保持具2を所定位置で待機させる。待機させた保持具2に保持されたウェハ1が所定温度まで冷却されると、基板移載機等によりウェハを回収する。

## 【0026】

本実施形態によれば、様々な半導体ウェハのプロセス工程で形成される、ウェハ基板上の異なる面方位のシリコン表面において、酸化膜の成長速度差を、従来の酸化方法に比較して著しく小さくすることができ(処理ウェハの面方位依存性を小さくすることができ)、加えて、縦型半導体製造装置にて複数枚のウェハを処理する際に、各ウェハ上における水素濃度のバラツキに伴う、酸化膜厚のバラツキを抑えることが可能となる。なお、本発明は、酸化処理を行う基板の表面が、異なる結晶方位面を有するか、CVDによる多結晶シリコンであるか、またはシリコン窒化物である場合に特に有効となる。

## 【0027】

なお、上記実施形態では、酸素含有ガスとして酸素ガスを用いる場合について、水素含有ガスとして水素ガスを用いる場合について説明したが、酸素含有ガスとしては、酸素(O<sub>2</sub>)ガス、亜酸化窒素(N<sub>2</sub>O)ガスよりなる群から選択される少なくとも一つのガスを用いることができ、水素含有ガスとしては、水素(H<sub>2</sub>)ガス、アンモニア(NH<sub>3</sub>)ガス、メタン(CH<sub>4</sub>)ガスよりなる群から選択される少なくとも一つのガスを用いることができる。

## 【実施例1】

## 【0028】

次に図1を用いて、第1の実施例における基板処理装置について詳述する。

真空排気ポンプ3を介して減圧雰囲気とした反応室4に、それぞれ独立した、酸素供給ライン7と、第一の水素供給ノズル8が接続されており、酸素ガスと水素ガスとが、反応室4に供給される前に混合されることなく、加熱源5により加熱された被処理物であるウェハ1の直近にて、活性な水素と酸素の反応が起こるため、酸化初期における酸化速度を大きくすることができる。

## 【0029】

酸化速度の加速は、ウェハ近傍の水素濃度に依存しており、ウェハ1の配列の上流より、第一の水素供給ライン8を介してのみ水素ガスの供給を実施する構成においては、ウェハ配列の下流方向に向い、水素ガスが酸化反応に寄与することにより消費され、水素ガス濃度がウェハ配置位置により異なる結果、膜厚均一性を著しく悪くしてしまう。

## 【0030】

そこで、水素の供給ラインとして、第一の水素供給ライン8とは別に、酸化反応にて消費され、下流で欠乏した水素ガスを補うために、第二、第三、…の水素供給ライン9を複数本設けるようにしている。これにより、複数枚のウェハ1が存在する領域の途中の複数

箇所から基板に対して水素ガスを供給でき、ウェハ1が存在する領域の途中において欠乏した水素ガスを補うことができるので、反応室4に配置された複数のウェハ1の膜厚均一性を向上させることができるとなる。第二、第三の水素供給ライン9は、それぞれ独立しており、また、ガス噴出口はウェハ方向を向いており（ウェハ1と対向しており）、ウェハ配列の上流に接続される酸素供給ライン7より供給される酸素と混合されることなく、ウェハ近傍に水素を供給することが可能である。

#### 【実施例2】

##### 【0031】

次に図2を用いて、第2の実施例における基板処理装置について詳述する。

反応室4に、酸素供給ライン7とは独立した第一の水素供給ライン8が接続されている点は第1の実施例と同様である。第1の実施例と異なるのは、第一の水素供給ライン8とは独立した第二、第三、…の水素供給ライン9が、反応室4内を反応管21の内壁に沿って立ち上がる長さの異なる複数（多系統）のノズルに接続されている点である。具体的には、第二、第三、…の水素供給ライン9は、ウェハ配列方向に対し長さが異なる、第二の水素供給ノズル10、第三の水素供給ノズル11、…に接続されており、ウェハ配列方向（垂直方向）の反応室内の水素濃度を調節することが可能となっている。なお、それぞれのノズルの先端は開放されており、この開放部がガス噴出口となっている。このガス噴出口は反応室4上方を向いており、ウェハ1の方向を向いていないが、第1の実施例のようにウェハの方向を向く（ウェハ1と対向する）ようにしてもよい。

#### 【実施例3】

##### 【0032】

次に図3を用いて、第3の実施例における基板処理装置について詳述する。

反応室4に、酸素供給ライン7とは独立した第一の水素供給ライン8が接続され、第一の水素供給ライン8とは別に、酸化反応にて消費され、下流で欠乏した水素ガスを補うために、第二、第三、…の水素供給ライン9が複数本設けられる点は第1の実施例と同様である。第1の実施例と異なるのは、酸素供給ライン7、第一の水素供給ライン8、第二、第三、…の水素供給ライン9のそれぞれに、流量の調整が可能なマスフローコントローラ（流量制御装置）12がそれぞれ設置されている点である。これにより、それぞれの供給ラインに流れる酸素流量、水素流量を調節することができ、反応室内の水素濃度を細かく制御することが可能となっている。

#### 【実施例4】

##### 【0033】

次に図4を用いて、第4の実施例における基板処理装置について詳述する。

反応室4に、酸素供給ライン7とは独立した第一の水素供給ライン8が接続されている点は第1の実施例と同様である。第1の実施例と異なるのは、第一の水素供給ライン8とは独立して設けられた反応室内の水素濃度調整用の途中供給ノズルである第二、第三、…の水素供給ライン9の代わりに、多孔ノズル13を設けた点である。この多孔ノズル13は、ノズル先端が封止されており、且つノズル側面方向に少なくとも2個以上の小孔をしており、複数の水素ラインを用いることなく、反応室内の水素濃度を制御することができる。多孔ノズル13の側面には、直徑すなわち開口面積が異なる少なくとも2種類以上の小孔を設けるようにしてもよい。すなわち小孔の孔径が、少なくとも二種類以上設置されていてもよい。これにより、それぞれの小孔より流出する水素流量を細かく制御することが可能となっている。

#### 【実施例5】

##### 【0034】

次に図5を用いて、第5の実施例における基板処理装置について詳述する。

図5は、図1～4に記載の第1～第4の実施例とは反応室4内におけるガス流方向が異なる実施例である。第1～第4の実施例の場合、反応室4内においてガスは基本的には上方から下方に向かって流れるが、本実施例の場合、反応室4内においてガスは下方から上方に向かって流れる。反応室4の構成において、アウターチューブ（反応管）21内にイ

ンナーチューブ14を有しており、これを介して反応室4内が区分けされており、反応ガスである酸素と水素が、それぞれ反応室下部よりインナーチューブ14の内側に供給され、途中供給用の水素供給ノズルもインナーチューブ14内側に垂直に立ちあがっており、反応後のガスや未反応のガスは、インナーチューブ14の外側（インナーチューブ14とアウターチューブ21との間の空間）を通り、排気ライン23、真空ポンプ3を介して排気される構造となっている。

### 【実施例6】

#### 【0035】

次に図6、7を用いて、第6の実施例における基板処理装置について詳述する。

第6の実施例は、水素含有ガス供給ラインとしてのH<sub>2</sub>ガスラインを多数本（多系統）にし、かつそれぞれのガスラインのH<sub>2</sub>流量を異ならせ最適化することによりウェハ間膜厚均一性を向上させるものである。この基板処理装置は縦型炉と呼ばれるものであり、基板に対する減圧酸化（ラジカル酸化）処理を行う反応炉と、反応炉下方のウェハを移載する移載室から構成されている。酸化処理をする際には複数枚のウェハを装填したポートを移載室から反応炉へと入炉する方式をとる。図6は移載室内でポートにウェハを装填した状態を示している。また、図7はウェハを装填したポートを反応炉にロードした状態を示している。反応炉20の構成は、実施例5と同様となっており、反応室4内においてガスは下方から上方に向かって流れる。なお、図6では便宜上、ヒータ5は図示していない。

#### 【0036】

反応室4の構成も実施例5と同様となっており、アウターチューブ（反応管）21内にインナーチューブ14を有しており、これにより反応室4内が区分けされている。基板に対する減圧酸化処理時には、反応ガスである水素含有ガスとしてのH<sub>2</sub>ならびに酸素含有ガスとしてのO<sub>2</sub>は、それぞれ反応室4下部の炉口フランジに設けられた酸素含有ガス供給ライン（ノズル）7、第一の水素含有ガス供給ライン（ノズル）8を介して、ウェハ配列の上流側より、減圧とされたインナーチューブ14の内側に供給される。水素濃度調整用の途中供給用ライン（ノズル）である第二の水素含有ガス供給ライン（ノズル）10、第三の水素含有ガス供給ライン（ノズル）11は、インナーチューブ14内側に垂直に立ちあがっている。この、第二の水素含有ガス供給ノズル10、第三の水素含有ガス供給ノズル11は、第2の実施例と同様に構成、配置されている。第二の水素含有ガス供給ノズル10、第三の水素含有ガス供給ノズル11を介して、複数枚のウェハ1が存在する領域の途中の複数箇所から基板に対して水素ガスが供給される。このようにO<sub>2</sub>は一系統のライン（ノズル）から導入されるが、H<sub>2</sub>は多数本（多系統）のライン（ノズル）から導入されることとなる。このH<sub>2</sub>ラインのそれぞれには、流量を調整するためのMFC（マスフローコントローラ）が設置されている（図示せず）。O<sub>2</sub>ラインにもMFC（マスフローコントローラ）を設置するようにしてもよい。各ラインに設けられたMFCは制御手段24により制御される。反応後のガスや未反応のガスは、インナーチューブ14の外側（インナーチューブ14とアウターチューブ21との間の空間）を通り、図示しない排気ライン、真空ポンプを介して排気される。

#### 【0037】

本発明者らが、この基板処理装置を用いて、基板に対して減圧酸化（ラジカル酸化）処理を行う実験を行ったところ、各H<sub>2</sub>ラインのそれぞれのH<sub>2</sub>流量を変更させることにより、ウェハ間の膜厚均一性が大きく変化することを見出した。その実験結果を図8に示す。図8は、各H<sub>2</sub>ノズルからのH<sub>2</sub>流量変更に伴うポート上各ポジションでのウェハ膜厚結果を示すものである。横軸はポートポジション（最下部のスロットを基準としたスロット番号）を表しており、縦軸は膜厚を表している。図中のH<sub>2</sub>（短／中／長）とは、H<sub>2</sub>ノズル8、11、10のことを表しており、H<sub>2</sub>（短／中／長）=220/145/135ccとは、H<sub>2</sub>ノズル8、H<sub>2</sub>ノズル11、H<sub>2</sub>ノズル10の設定流量が、それぞれ220scm、145scm、135scmであることを示している。なお、O<sub>2</sub>ノズル7は1系統のみで、流量は2500scm一定とした。図8より、各H<sub>2</sub>ノズルのH<sub>2</sub>流量は、各ラインで一定とするよりも、各ラインで異なるようにした方が膜厚均

一性は向上することが分かる。なお、膜厚均一性が最も良くなるのは、H<sub>2</sub> (短/中/長) = 220/145/135ccの場合である。これより、各ラインから供給するH<sub>2</sub>の流量は、上流に行くほど大きくする(下流に行くほど小さくする)のが好ましいと言える。なおこの結果はウェハ172枚同時処理の結果であり、炉内温度850℃、圧力35Pa、またH<sub>2</sub>ライン3系統の結果であるが、処理枚数が増減したり、またH<sub>2</sub>ラインが2系統および4系統以上であっても同様の傾向を示すことは言うまでもない。また本結果はCVD構成の二重反応管タイプの炉体を使用しているが、拡散炉のようなインナーチューブのない構造であっても同様の効果があると言える。この結果より、各ラインからのH<sub>2</sub>流量を最適化させることにより、ウェハ間の膜厚均一性が改善されることが分かる。

#### 【実施例7】

##### 【0038】

次に図9を用いて、第7の実施例について詳述する。

第7の実施例は、第6の実施例の基板処理装置を用いて行った実験結果に関する。

図9は、処理(成膜)圧力変更に伴うポート上各ポジションでのウェハ膜厚分布を示すものである。O<sub>2</sub>は1系統のみで流量は2500cc一定とした。H<sub>2</sub>は3系統で流量は短/中/長=240/145/135ccとした。図9より、処理圧力は35Pa以下の範囲内の圧力とすることが好ましいことが分かる。また、圧力を高くするほどウェハ間の膜厚分布は悪くなっていくことも分かる。これより、処理圧力によっても、H<sub>2</sub>ノズル流量およびその系統数を最適化しなければならないと言える。

#### 【実施例8】

##### 【0039】

次に図10を用いて、第8の実施例について詳述する。

第8の実施例は、第6の実施例の基板処理装置を用いて行った実験結果に関する。

図10は、処理(成膜)温度変更に伴うポート上各ポジションでのウェハ膜厚分布を示すものである。O<sub>2</sub>は1系統のみで流量は2500cc一定とした。H<sub>2</sub>も1系統のみで流量は240ccとした。図10より、処理温度は、700℃以下の範囲内の温度とすることが好ましいことが分かる。また、低温にする程その膜厚分布が改善され、高温にするほど膜厚分布が悪化するのが分かる。これより上記実施例7同様、処理温度によってもH<sub>2</sub>ノズル流量およびその系統数を最適化しなければならないと言える。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【0040】

【図1】本発明の実施形態(第1の実施例)に係る基板処理装置を示す概略断面図

【図2】本発明の実施形態(第2の実施例)に係る基板処理装置を示す概略断面図

【図3】本発明の実施形態(第3の実施例)に係る基板処理装置を示す概略断面図

【図4】本発明の実施形態(第4の実施例)に係る基板処理装置を示す概略断面図

【図5】本発明の実施形態(第5の実施例)に係る基板処理装置を示す概略断面図

【図6】本発明の実施形態(第6の実施例)に係る基板処理装置を示す概略断面図

【図7】本発明の実施形態(第6の実施例)に係る基板処理装置を示す概略断面図

【図8】第6の実施例に係る実験結果を示す図

【図9】第7の実施例に係る実験結果を示す図

【図10】第8の実施例に係る実験結果を示す図

#### 【符号の説明】

##### 【0041】

1 ウエハ

2 ウエハ保持具

3 真空排気ポンプ

4 反応室

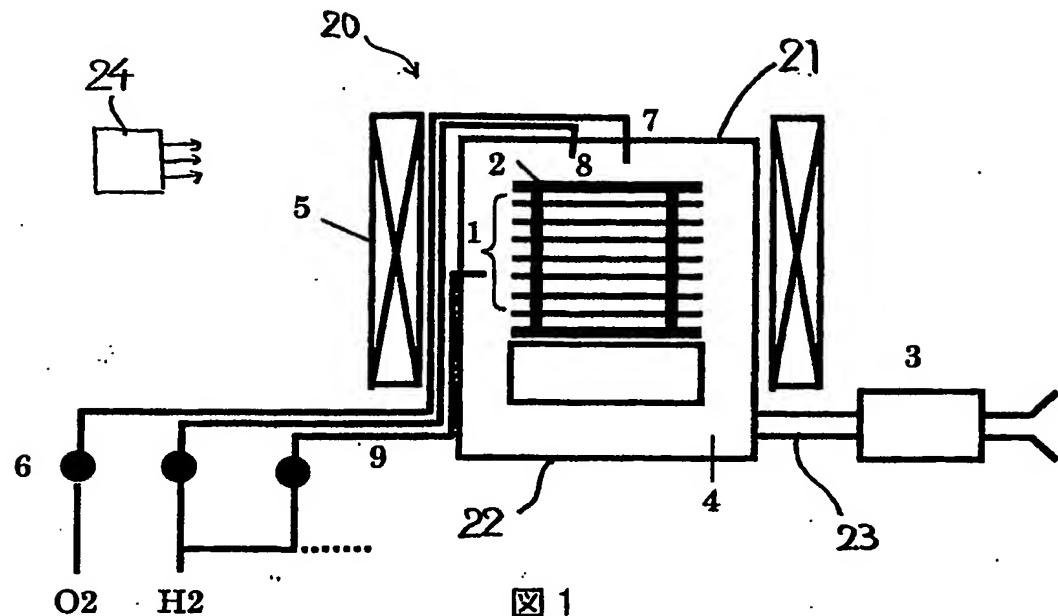
5 加熱源

6 電磁バルブ

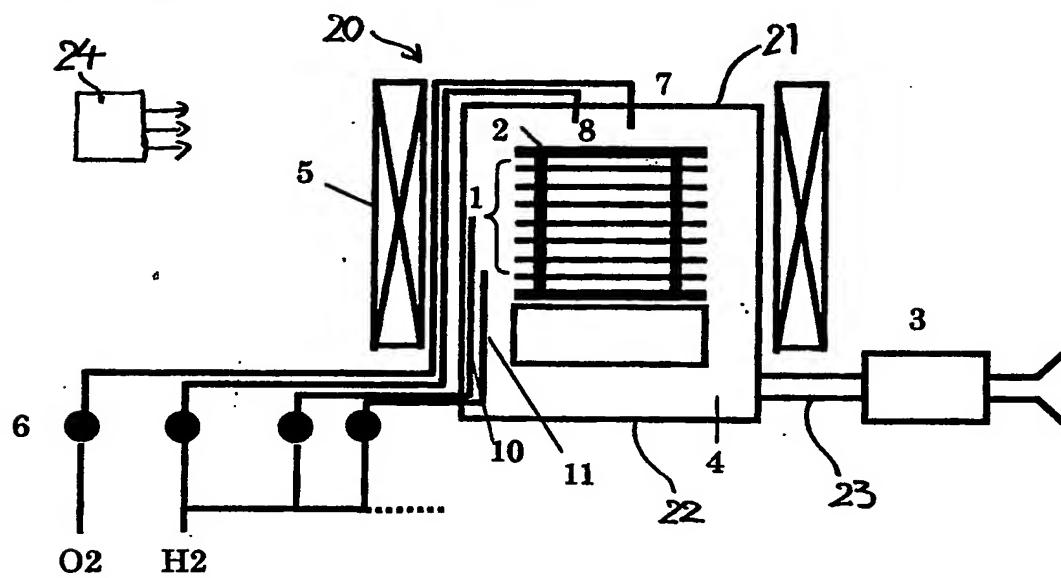
7 酸素供給ライン

- 8 第一の水素供給ライン
- 9 第二の水素供給ライン
- 10 第一の水素供給ノズル
- 11 第二の水素供給ノズル
- 12 マスフローコントローラー
- 13 多孔ノズル

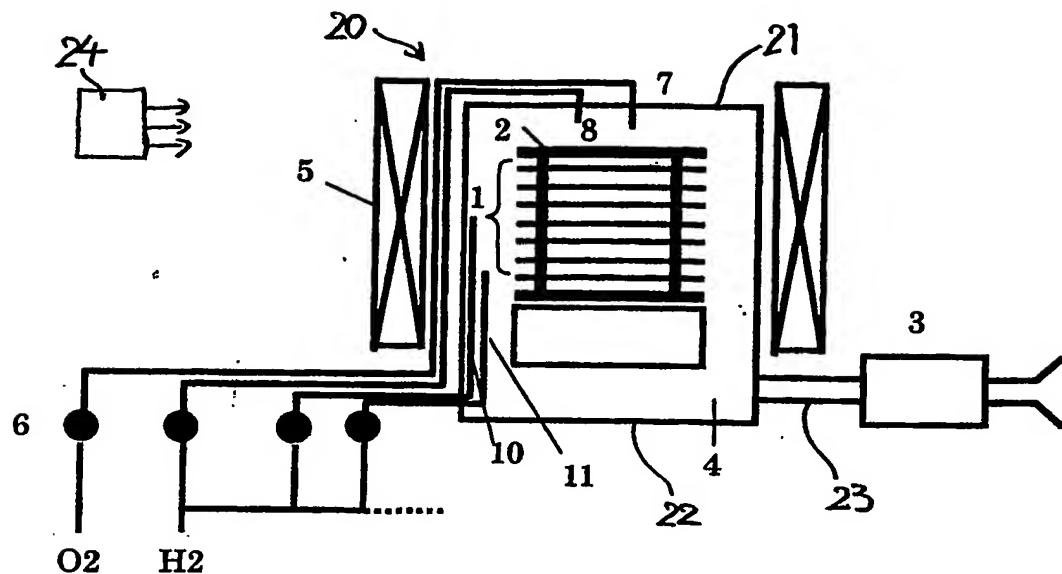
【書類名】図面  
【図1】



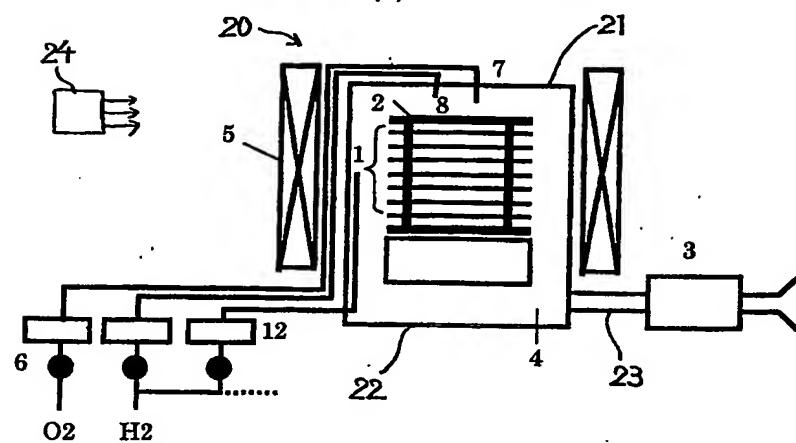
1



【図2】



【図3】



【図4】

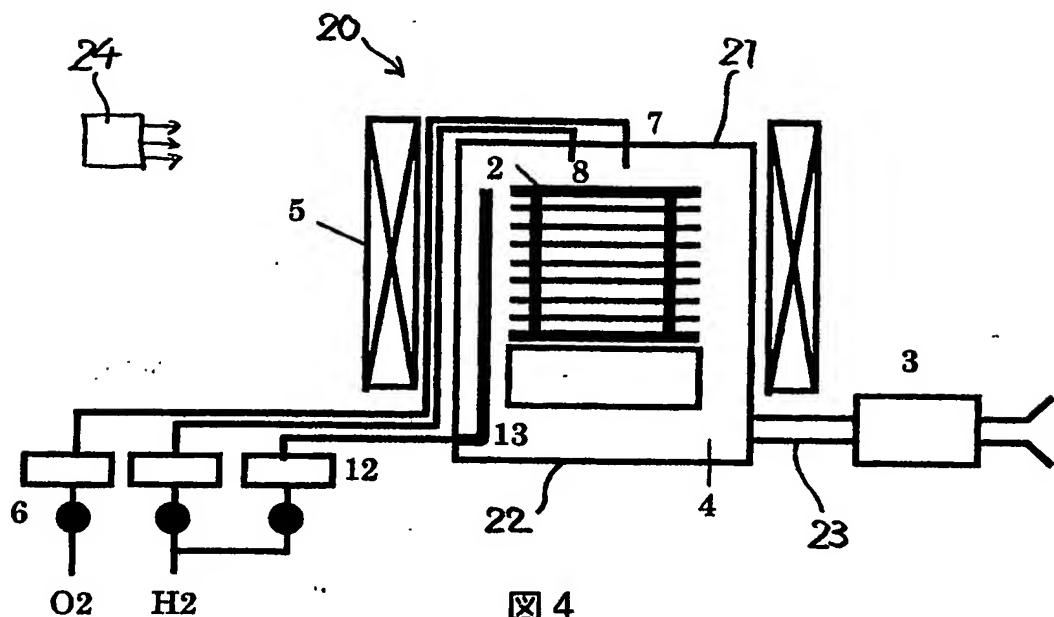
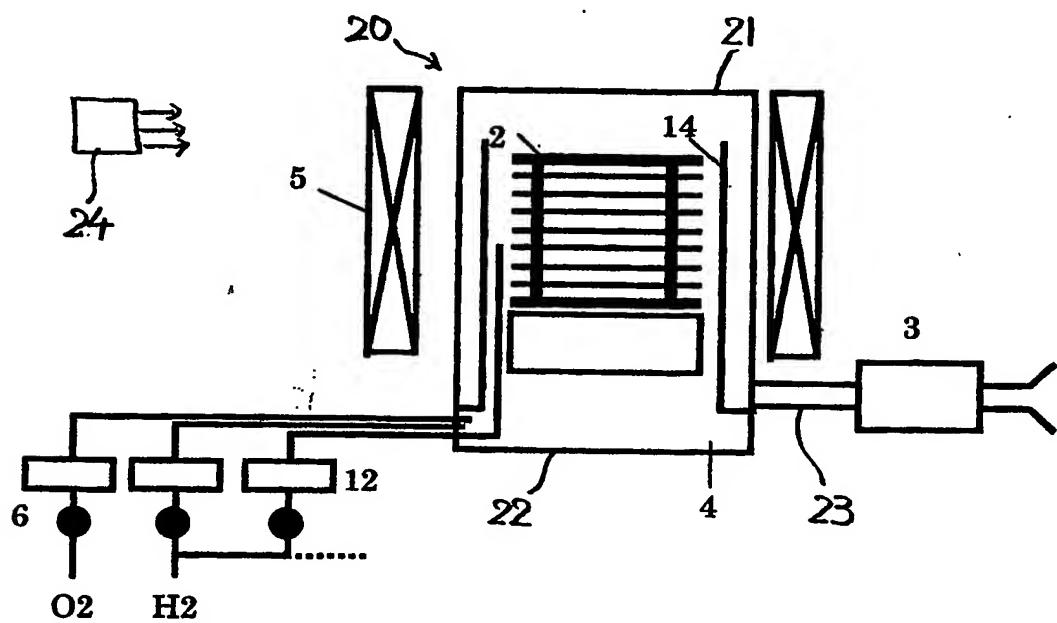
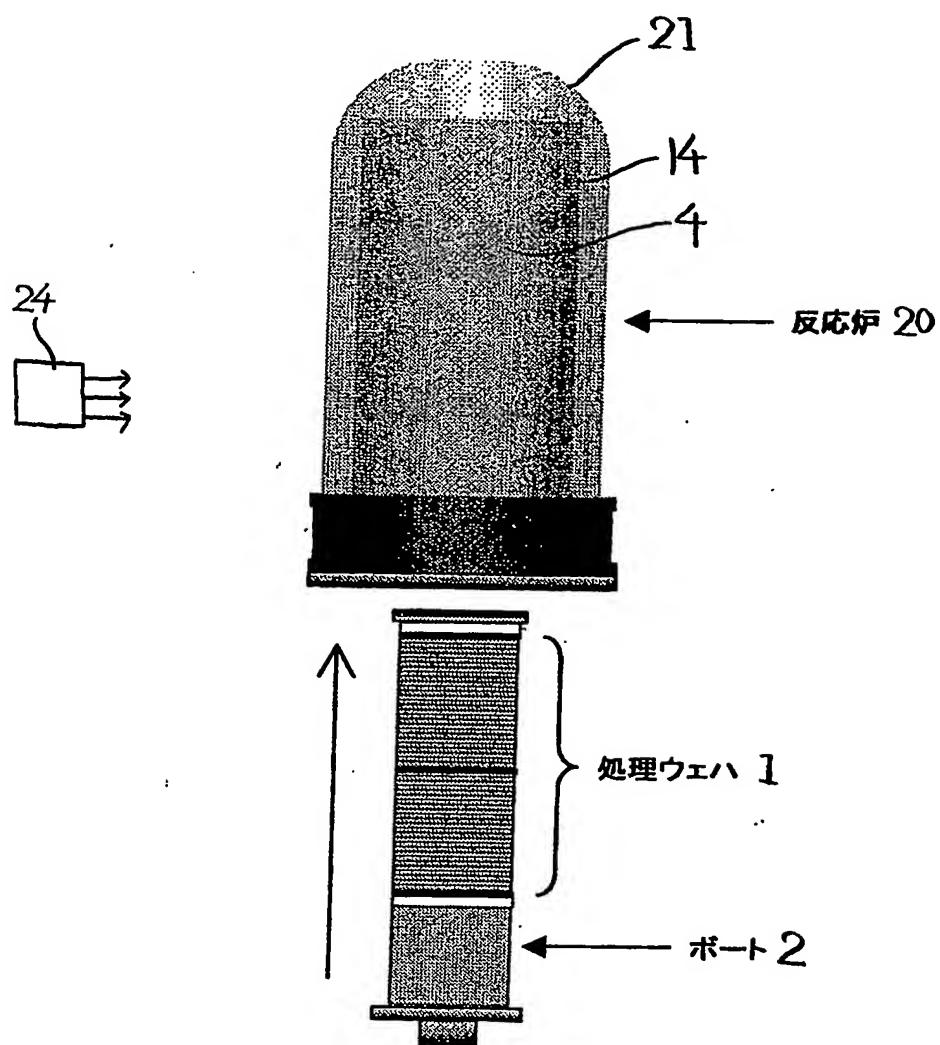


図4

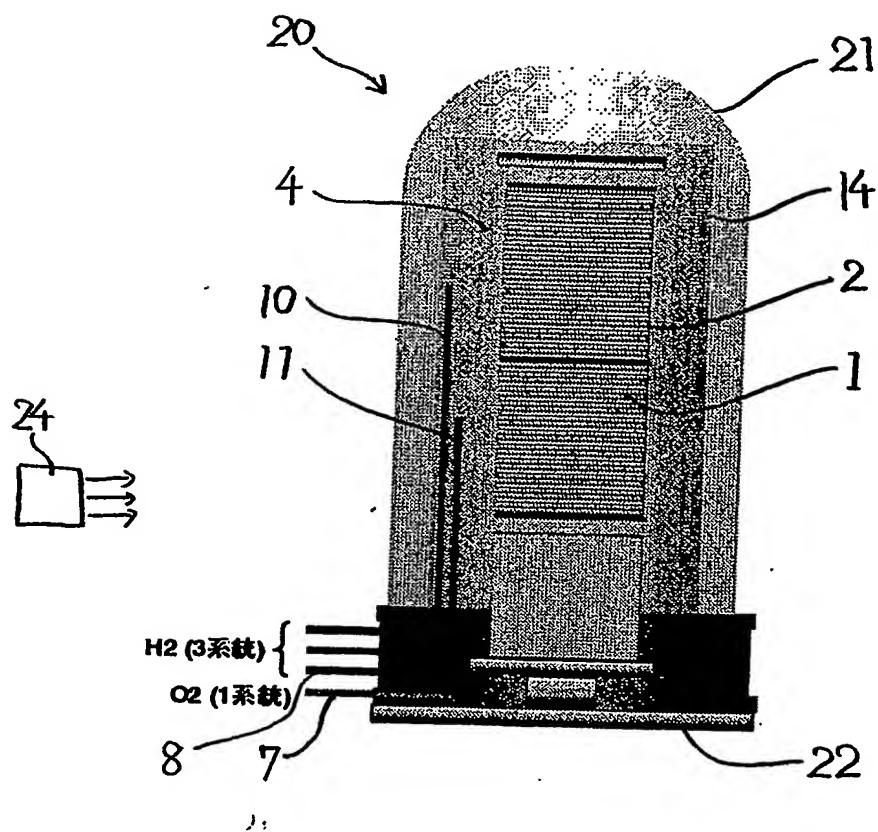
【図5】



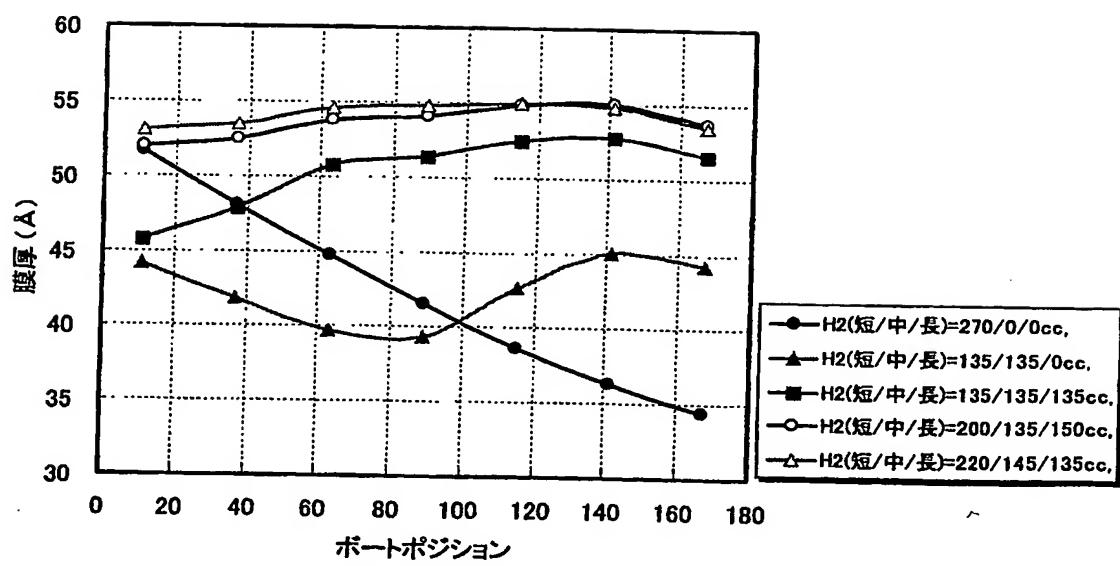
【図6】



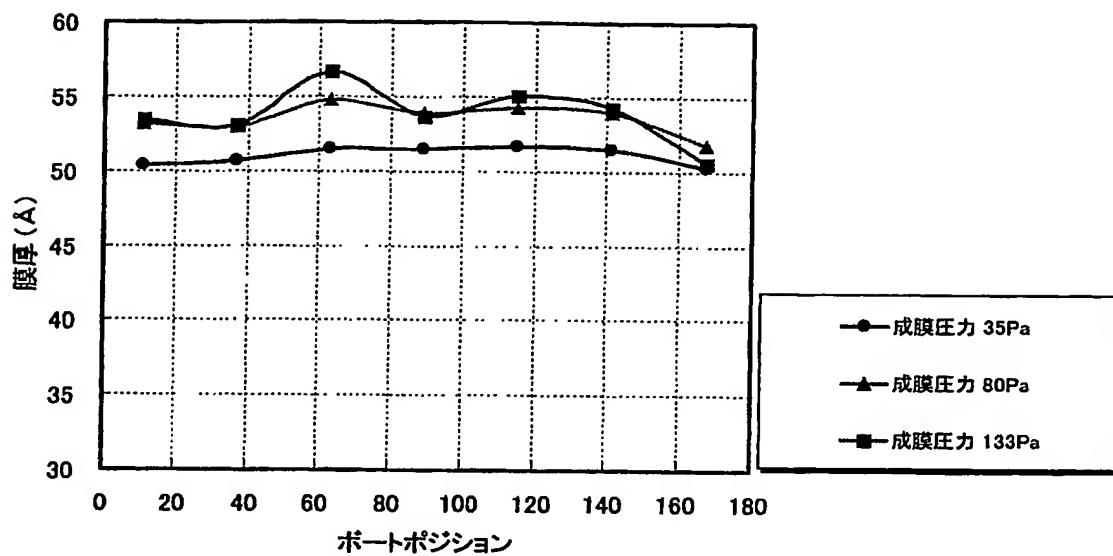
【図 7】



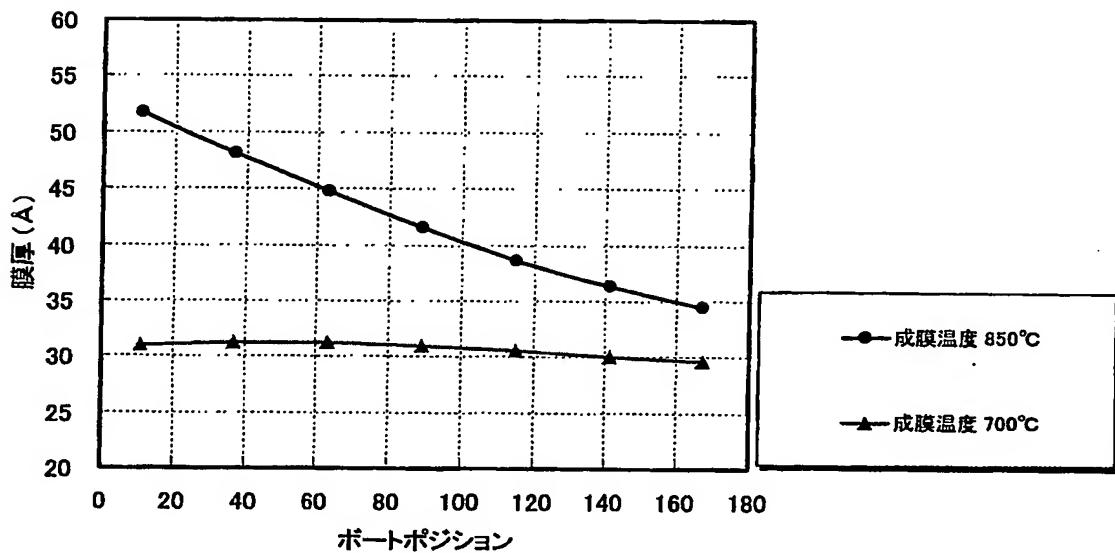
【図 8】



【図9】



【図10】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】本発明の目的は、等方性酸化をバッチ式の縦型装置にて実施する場合に、基板配置場所により水素濃度が異なり酸化膜厚が大きく変動するのを抑制し、高品質な半導体装置を製造することができる半導体装置の製造方法及び基板処理装置を提供することを目的としている。

【解決手段】複数枚の基板1を処理室4内に搬入する工程と、処理室4内に搬入された複数枚の基板1の上流側から酸素含有ガスを供給する工程と、処理室4内に搬入された複数枚の基板1の上流側および前記複数枚の基板が存在する領域に対応する途中箇所から水素含有ガスを供給する工程と、処理室4内で酸素含有ガスと前記水素含有ガスとを反応させて複数枚の基板1を酸化する工程と、処理後の基板1を処理室4より搬出する工程とを有し、水素含有ガスを供給する工程では、それぞれの供給箇所から供給する水素含有ガスの流量をそれぞれ異ならせるようにした。

【選択図】 図1

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願2003-301982
受付番号	50301409395
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成15年 8月27日

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

【提出日】	平成15年 8月26日
-------	-------------

出願人履歴情報

識別番号 [000001122]

1. 変更年月日 2001年 1月11日  
[変更理由] 名称変更  
住 所 東京都中野区東中野三丁目14番20号  
氏 名 株式会社日立国際電気

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT OR DRAWING
- BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- GRAY SCALE DOCUMENTS
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**  
**As rescanning documents *will not* correct images**  
**problems checked, please do not report the**  
**problems to the IFW Image Problem Mailbox**